

BAP処理によるマツノザイセンチュウ抵抗性マツの雌性花序着生促進

—採種園における枝注入処理の効果—

涌嶋 智

涌嶋 智：BAP処理によるマツノザイセンチュウ抵抗性マツの雌性花序着生促進；採種園における枝注入処理の効果，広島県林技セ研報34：1～10，2002。マツノザイセンチュウ抵抗性マツ採種園における種子採取量の増大を目指し，サイトカイニン系の植物成長調節物質であるBAP (6-benzylaminopurine) による雌性花序の着生促進処理を実施した。BAPは1 g 当たり10mlの1規定KOHで溶かし，99.5%エタノールを加えて10 g / l の濃度に調製した。処理方法は採種母樹の主幹から出た枝の基部の直径約3～10cmの部分に電動ドリルで直径3.8mm，深さ約5 cmの穴をあけ，プラスチック製注射器やビニールチューブ等で作成した注入器を用いて，BAP溶液を1カ所当たり20mlずつ加圧注入した。処理時期は平成12年の8月22日，8月29日，9月2日，9月8日，9月13日，9月18日，9月26日の7段階で，処理枝数はクロマツ144本（52個体），アカマツ183本（79個体）とした。翌年の平成13年5月上旬にはBAP処理枝の当年枝に多数の雌性花序が着生していた。特にクロマツでは処理効果が著しく，1本の前年枝から生じた当年枝の束を1個の当年枝束として計数したところ，BAP処理枝に着いていた総計19,157個の当年枝束のうち，2,077個の当年枝束に12,931個の雌性花序が着生していた。一方，アカマツでは総計25,985個の当年枝束のうち，647個の当年枝束に2,329個が着生していた。処理適期はクロマツが9月2日～9月26日以降，アカマツが8月29日～9月18日で，いずれも9月13日で1処理枝当たりの雌性花序着生数が最大となった。

[キーワード]

アカマツ，クロマツ，着花結実促進，BAP (6-benzylaminopurine)，採種園，花性転換

1. はじめに

広島県の松くい虫被害は未だに終息することなく，平成12年度では約6万3千 m^2 程度のアカマツが枯損している¹⁾。その一方で近年，直接の松くい虫被害拡大防止対策だけでなく，被害を受けた後の荒廃した森林をどのように復旧してゆくかという問題が重要な課題となっている。広島県では特に中南部において比較的降水量の少ない瀬戸内気候や花崗岩を母材とする脊悪土壌が多いといった条件を考慮して，マツノザイセンチュウ抵抗性マツの生産及び植栽を松くい虫被害跡地復旧対策の一つの柱として重視し，抵抗性マツ採種園を庄原市に1ヘクタール，比婆郡口和町に0.5ヘクタール造成して，マツノザイセンチュウ抵抗性種子の生産を行ってきた。しかしながら，広島県の採種園における最近4年間の種子生産量はアカマツ・クロマツの合計が平均3.1 kg^2^{-5})で，年ごとの豊凶差も大きく，残念ながら需用に十分応えていないのが現状である。

このような背景のもとに，筆者らはマツの着花結実促進を目的として，サイトカイニン系の植物成長調節物質

であるBAP (6-benzylaminopurine) の処理を実施してきた。涌嶋ら^{6,7)}はアカマツの花序分化時期(9～10月)に温室内でBAPスプレー散布処理を行い，通常なら雄性花序になる当年枝下部の側生の花序が雌性花序へと成育することを示した。その後，野外採種園における実用的な手法を開発するために，ビニール袋被覆処理，ムース(泡)処理，ラノリンペースト処理，低粘度ペースト処理等を行ってきた^{4,8-10)}。その結果，ラノリン，白色ワセリン，水を1：1：2で混合したBAP濃度2000 mg / l の低粘度ペーストを9月上旬から中旬に4ないし5年生の枝に剥皮後塗布する方法が，最も雌性花序の着花効率が良好であることが分かった⁴⁾。

しかしながらこの低粘度ペースト剥皮塗布処理の場合，多数の雌性花序を誘導するためには多くの枝を処理する必要があり，作業効率が低いという欠点があった。さらに作業を実施する上で，手の届く範囲を超えた樹冠上部の枝に剥皮塗布処理することは極めて困難であるため，処理対象が樹冠下部の枝に限定されるという欠点もあった。このため今回は，処理箇所数を減らし，樹冠上部の枝にも比較的容易に施用が可能な方法の開発を目指し，

BAP液の枝注入処理を試みた。

2. 材料と方法

2.1 BAPの調製

BAP溶液の基材に水を使った場合、マツの枝への注入は極めて困難である。本試験に先立つ1999年9月に、BAP水溶液（濃度4,000mg/ℓ）の枝注入処理を試みたところ⁵⁾、注入開始後数分で注入器のパイプ部に樹脂が逆流し、以後の注入が不可能となった例が極めて多く見られた（写真1）。これを解決するために、BAP溶液の

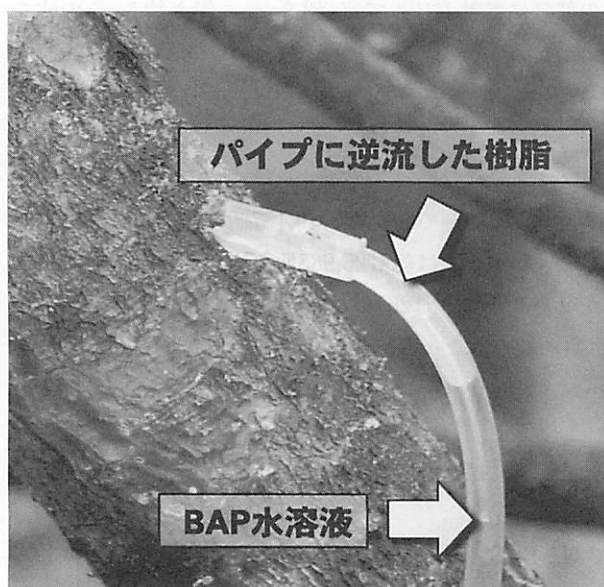


写真1 失敗した注入処理（樹脂の逆流）

基材として水以外の物質を使うことを試みた。GA注入処理の場合、アセトン（濃度80%）¹¹⁾、エタノール（50～95%）¹²⁻¹⁷⁾、メタノール（99.5%）^{18, 19)}を基材としてマツの樹幹へ注入処理した例がある。本試験では、比較的容易に入手可能なエタノールを基材として用いることとした。

粉末のBAP（和光純薬株式会社）を秤量し、1g当たり10mlの1規定水酸化カリウム（KOH）水溶液中でゆっくりと溶解し、99.5%エタノールを加えてBAP濃度

表1 BAP枝注入器の作作用材料（1台分）

番号	品名	規格等	数量
1	ピペットチップ	(黄色) 2.0μl用	3個
2	ビニールパイプ	(園芸用) 外径/内径: 5/3mm, 長さ40cm	1本
3	プラスチック注射器	(使い捨て) テルモシリンジ20ml用, 横口タイプ	1本
4	ゼムクリップ	(事務用) 2N, 50g/125pcs, コケヨ	1個
5	コーキングガン	(鉄製) コーキング剤射出器	1台
6	ビニールタイ	(電線等結束用) インシュロックタイ, 200mm	2本
7	瞬間接着剤	(プラスチック用) アロンアルファ	0.02g

が10g/ℓになるようにメスアップした。作成したBAP溶液は蓋つきの広口瓶に入れ、作成当日に使い切った。

2.2 BAP枝注入器の作成

BAP溶液を加圧注入するため注入器を作成した。1台当たりの材料および数量等は表1に示すとおりで、1台当たりの費用は約300円であった。BAP枝注入器の作成方法は図1のとおりである。ピペットチップは4つの部分に切り分け、パイプの先端部と注射器への固定部にはめ込み、瞬間接着剤（ボンドプラスチック用瞬間アロンアルファ、コニシ株式会社、大阪）を少量塗布して固定した。ゼムクリップは一旦伸ばし、ペンチ等を使ってビニールパイプをはめ込んだ注射器の先端部を外側から締め込み、外れないように固定した。パイプを付けた注射器をコーキングガンにセットし、2本のビニールタイで固定した。

2.3 処理方法

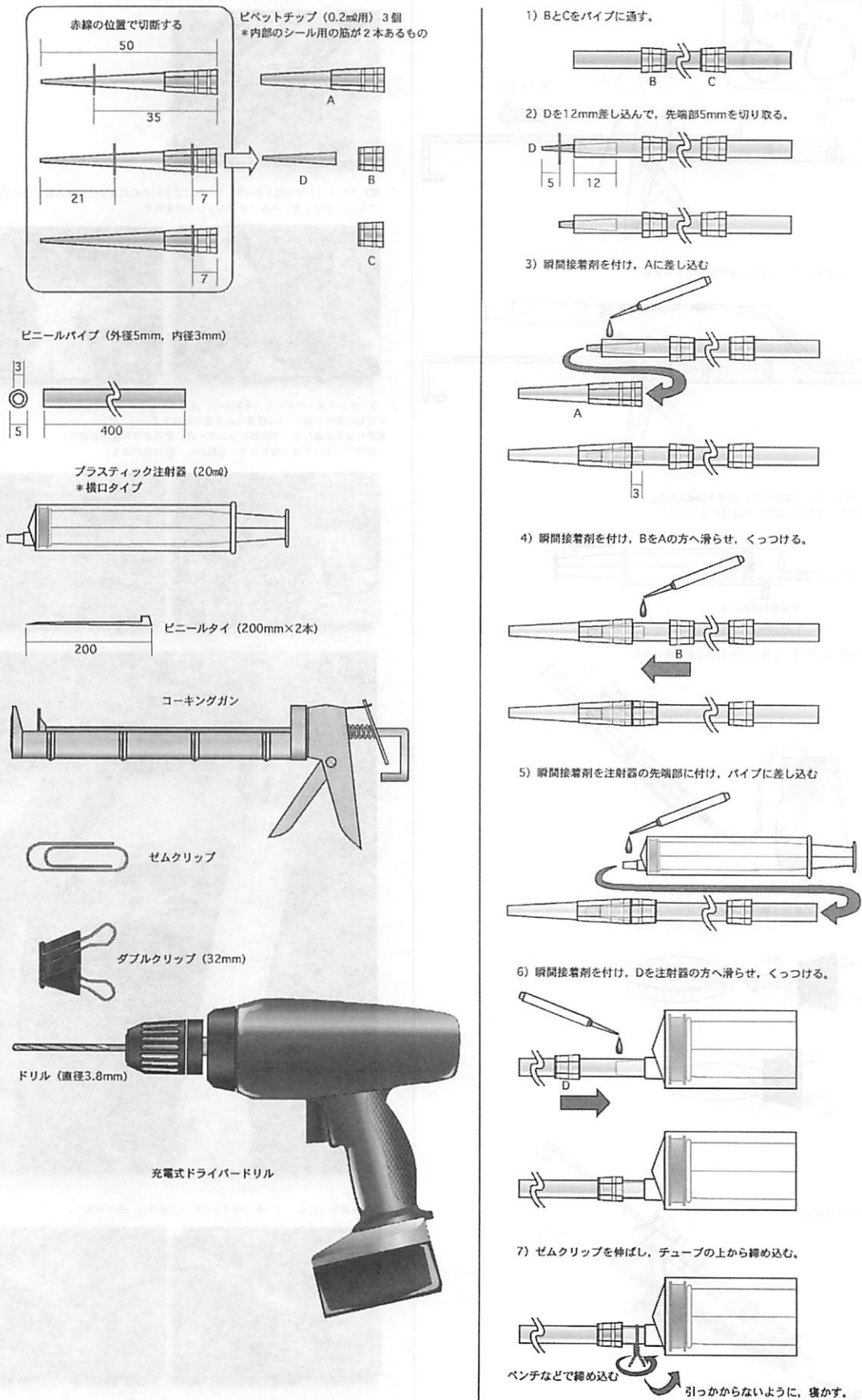
まず、注入器の注射器シリンダー部とパイプ部分に合わせて約9mlの空気とともに20mlのBAP溶液が入っている状態になるよう充填した。注入器はこのシリンダー内の空気がバネの代わりになりBAP溶液を押し出す構造になっている。つづいて、充填後にBAP溶液が先端部から漏れないようにパイプを折り曲げてダブルクリップ（32mm）で挟んだ。

マツの主幹から出ている太い枝の基部の太さ3～10cm程度の部分を注入処理の対象とし、充電式のドライバードリル（ドリル直径は3.8mm）を使い、深さ約5cmの孔を開けた。処理部の枝の直径が5cmより細いものはドリルを斜めに差し込んで、穴が枝の裏側へ突き抜けないようにした。続いて注入器のピペットチップが付いたパイプの先端部をドリルで空けた孔に強く差し込み、ダブルクリップを外し、コーキングガンのトリガー部を動かし加圧した。この場合、注射器のシリンダー内に入っている空気9mlが2～3mlになる程度に圧縮した。BAP溶液が枝に入るに従って注射器シリンダー内の空気部分が徐々に拡がり、圧力が低下するので、随時コーキングガンのトリガーを動かし、BAP溶液が全て注入されるまで加圧を数回繰り返した。BAP溶液が全て枝に注入された後、コーキングガンのロックを解除して注射器の圧力を抜き、パイプ先端部を枝から外し処理期日を記したラベルを付けた。

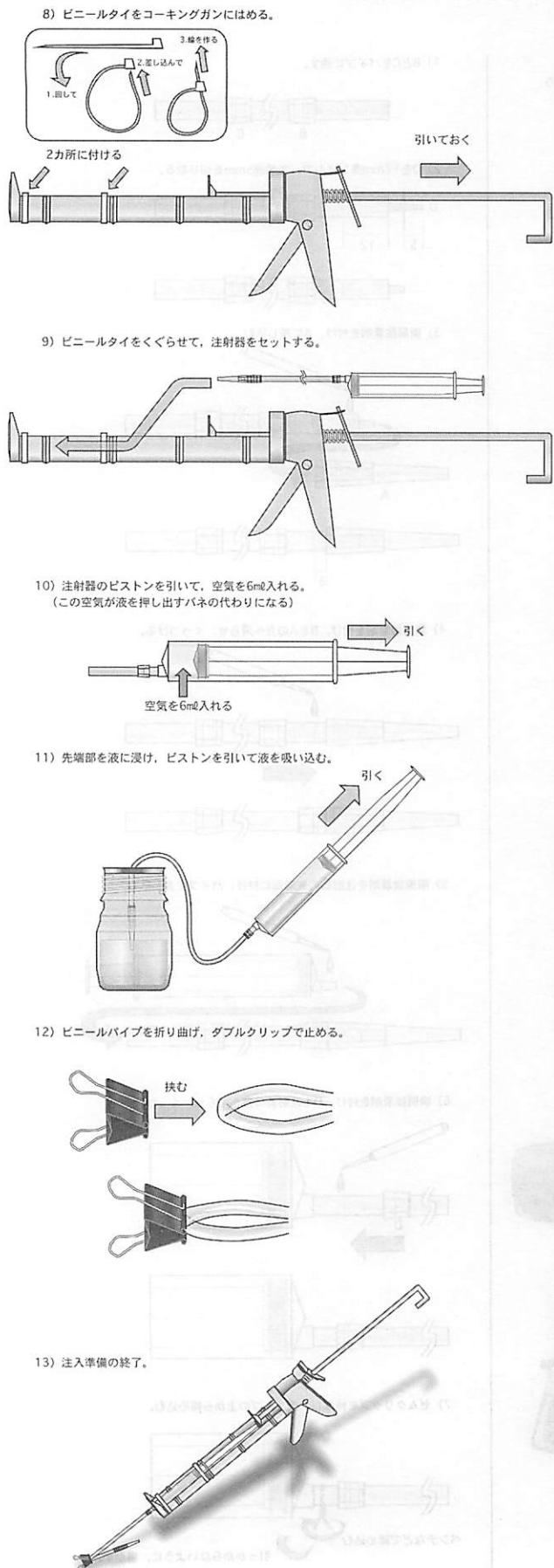
2.4 処理対象と時期

BAP処理は広島県庄原市川西町高の庄原抵抗性マツ

図1 BAP枝注入器の作成方法と処理方法



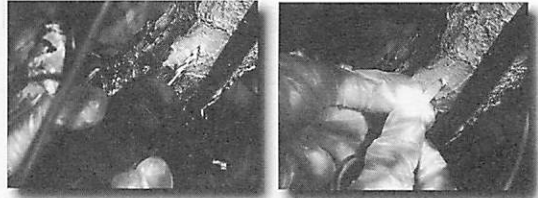
注入処理手順



- 1) コーキングガンのフック部を枝に引っかける。
(パイプの先端部が処理場所に無理なく届く位置にする)



- 2) 電動ドリル (ドリル径3.8mm) で、枝に深さ5cmの穴を空け、注入器のパイプ先端部を穴にしっかりと差し込み、ダブルクリップを外す。



- 3) コーキングガンのトリガーを動かし、注射器のピストンを押し込む。
* 空気の部分が約2~3ml程度になるまで圧縮する。
* 液の注入が進むと、注射器シリンダー内の空気部分が拡がるので、
随時コーキングガンのトリガーを動かし、圧力をかける。



- 6) 注入が終わったら、コーキングガンのロックを外し、圧力を抜く。



- 7) パイプ先端部を枝の穴から外し、枝にラベルを付ける。

採種園(北緯34度65分, 東経133度04分, 標高330~360 m)で実施した。処理対象としたのは採種園内のクロマツ16クローン52個体, アカマツ25クローン79個体で, これらはいずれも1986年に接ぎ木を実施し, 1988年3月に移植したものである。1996年に地上から3 mの位置で主幹の切除を行ったため現在の樹高は約4~5 mで, これらの個体の手が届く範囲の枝(約2 m以下)を処理対象枝とした。なお, 対照区として処理対象と同じ部位の無処理の枝を設定した。

また, BAP処理の最適処理時期は処理方法や処理対象によって違いがあることが分かっている^{4,9)}。そこで枝注入処理の最適処理時期を明らかにするため, 2000年の8月22日, 29日, 9月2日, 8日, 13日, 18日, 26日の7段階で実施した。

2.5 処理効果の測定

BAP処理翌年の2001年5月上旬にBAP処理枝および対照枝に着花が観察された。雌性花序は当年枝の先端部に着いた頂生のもので当年枝下部に着いた側生のもので分類して全ての数を数えた。また, 1本の前年枝から発

生した複数の当年枝を一つの束(当年枝束)として数え, それぞれ雄性花序, 雌性花序の着生の有無を調べた。処理時期別のBAP注入を行った枝数と当年枝束数を表2に示す。

3. 結果および考察

3.1 クロマツに対する処理効果

マツの雌性花序は強勢な枝の先端部付近の当年枝に着生する機会が多いが, 今回実施したBAP枝注入処理では, 強勢な枝に多数の側生の雌性花序が見られたほか(写真2), 通常ならほとんど雌性花序が着生しない樹冠下部の長さ3 cm程度の弱勢の当年枝においても多くの側生の雌性花序が観察された(写真3)。

図2に注入処理を実施したクロマツの枝1本当たりの雌性花序着生数を示す。無処理の対照区の場合, 枝1本当たりの雌性花序着生数は平均3.0個であった。対照区として設定したのが処理枝と同じ樹冠下部の枝であったので, 樹冠全体から見るとやや少ない数値となっていた。また, 対照区で観察された雌性花序は全て当年枝の先端

表2 処理時期別のBAP注入を行った枝数と当年枝束数

樹種	処理時期	8/22	8/29	9/2	9/8	9/13	9/18	9/26	対照区
クロマツ	BAP注入処理枝本数	15	29	16	18	16	25	25	42
	当年枝束数合計	1,686 (112.4)	3,156 (108.8)	2,851 (178.2)	2,952 (164.0)	2,588 (161.8)	2,938 (117.5)	2,986 (119.4)	4,817 (114.7)
	無花序当年枝束	1,489 (99.3)	2,478 (85.4)	1,549 (96.8)	1,169 (64.9)	781 (48.8)	1,605 (64.2)	960 (38.4)	1,689 (40.2)
	雄性花序のみ着性	193 (12.9)	528 (18.2)	1,017 (63.6)	1,480 (82.2)	1,442 (90.1)	878 (35.1)	1,511 (60.4)	3,065 (73.0)
	雌性花序(側性のみ)	2 (0.1)	121 (4.2)	260 (16.3)	247 (13.7)	343 (21.4)	376 (15.0)	464 (18.6)	0 (0.0)
	雌性花序(頂生のみ)	2 (0.1)	34 (1.2)	35 (2.2)	65 (3.6)	27 (1.7)	96 (3.8)	66 (2.6)	63 (1.5)
	雌性花序(両方)	0 (0.0)	5 (0.2)	10 (0.6)	9 (0.5)	5 (0.3)	17 (0.7)	15 (0.6)	0 (0.0)
	アカマツ	BAP注入処理枝本数	34	35	15	17	17	32	33
当年枝束数合計	4,964 (146.0)	5,893 (168.4)	2,077 (138.5)	2,582 (151.9)	2,568 (151.1)	3,940 (123.1)	3,961 (120.0)	8,270 (142.6)	
無花序当年枝束	4,030 (118.5)	3,265 (93.3)	799 (53.3)	822 (48.4)	822 (48.4)	2,238 (69.9)	2,067 (62.6)	3,375 (58.2)	
雄性花序のみ着性	845 (24.9)	2,525 (72.1)	1,218 (81.2)	1,668 (98.1)	1,660 (97.6)	1,591 (49.7)	1,788 (54.2)	4,778 (82.4)	
雌性花序(側性のみ)	6 (0.2)	21 (0.6)	40 (2.7)	50 (2.9)	50 (2.9)	64 (2.0)	46 (1.4)	0 (0.0)	
雌性花序(頂生のみ)	83 (2.4)	83 (2.4)	20 (1.3)	39 (2.3)	37 (2.2)	48 (1.5)	60 (1.8)	117 (2.0)	
雌性花序(両方)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	

* ()内の数値は処理枝1本当たりの当年枝束数。

** 雌性花序が着生した当年枝束に雄性花序が着生していた場合は, 雌性花序が着生していた当年枝束数の中に含めた。

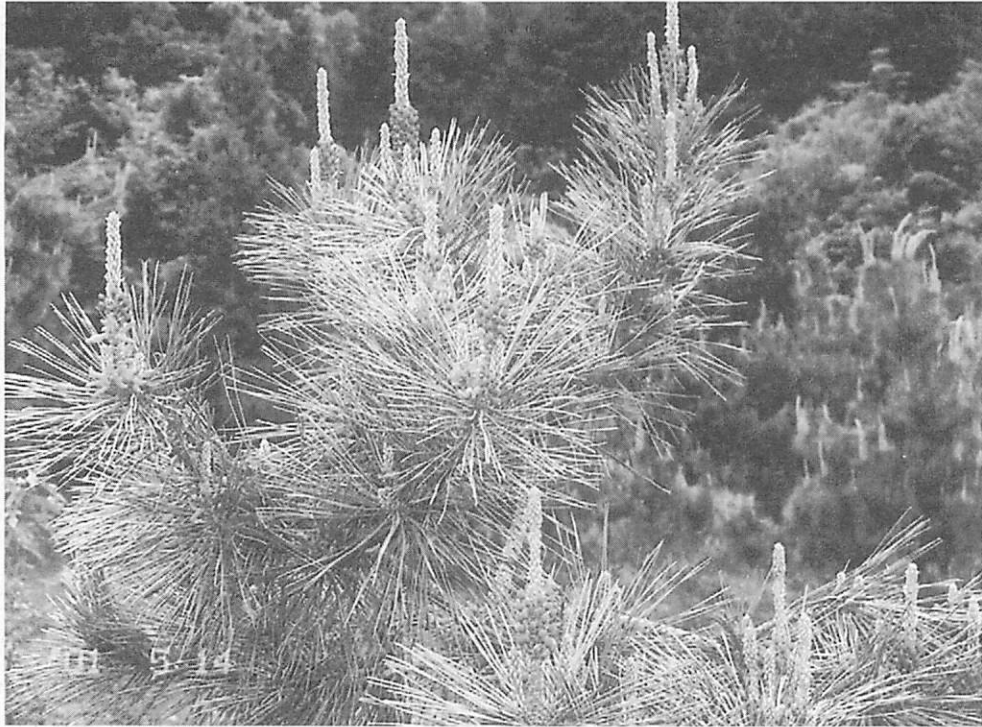


写真2 雌性花序の着生状況1 (クロマツ)

部に着生した頂生の雌性花序であった。

一方、BAP枝注入処理を行った枝には多数の側生の雌性花序および少数の頂生の雌性花序が着生した。処理1箇所当たりの着生数が最も多かったのは9月13日に処理したもので、平均約171個の雌性花序が着生した。1個体当たり平均約2.8本の枝を処理したので、1個体当

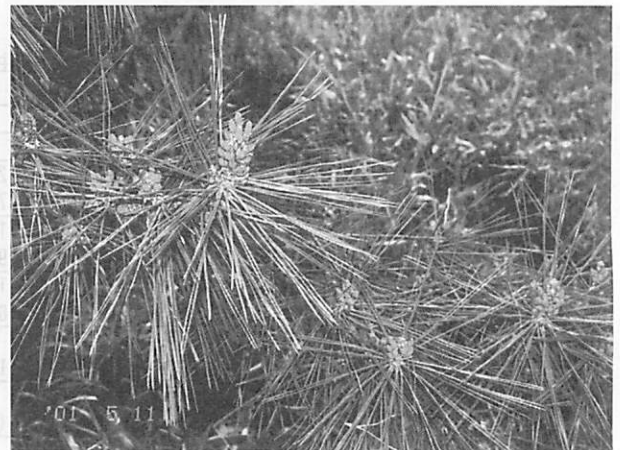


写真3 雌性花序の着生状況2 (クロマツ)

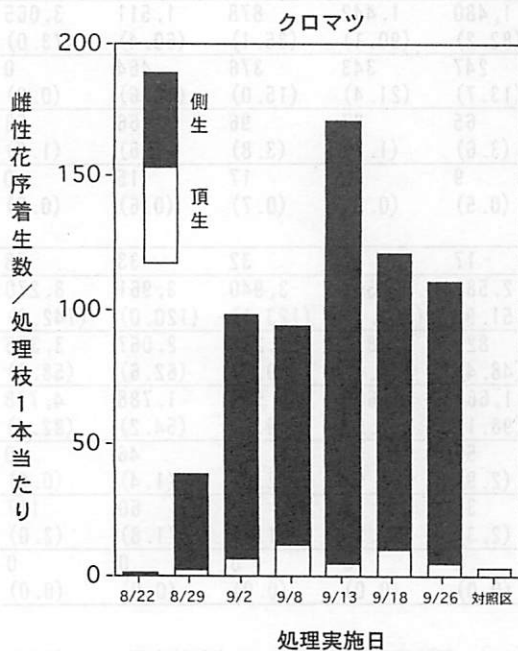


図2 処理枝1本当たりの雌性花序着生数 (クロマツ)

たりでは平均約470個の雌性花序が着生したことになる。他の9月2日、8日、18日、26日の処理も1枝当たり平均100個前後の雌性花序が着生していた。一方、8月22日、8月29日の処理では雌性花序の着生が抑制されていた。この時期は花序の原基形成期と重複しているため、通常なら花序へと分化してゆく側生の花序原基がBAP処理の影響を受けて枝の原基へと育成したためであると考えられる。

3.2 アカマツに対する処理効果

図3にアカマツの枝1本当たりに着生した雌性花序数を示す。アカマツはクロマツと比較するとBAP処理に

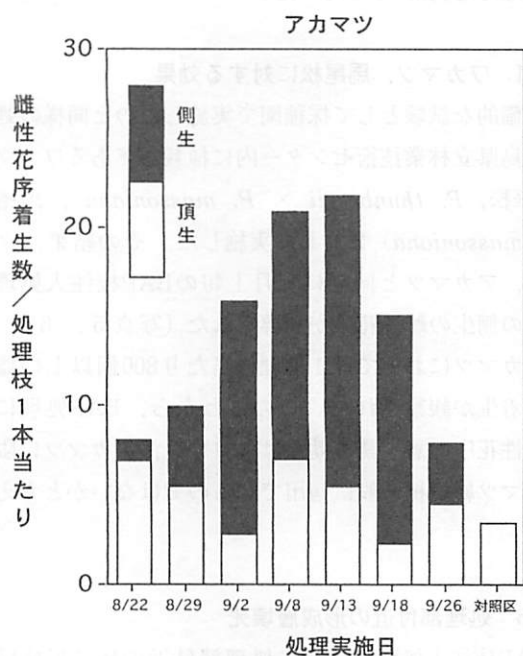


図3 処理枝1本当たりの雌性花序着生数(アカマツ)

による雌性花序着生促進効果が小さかった。無処理の対照区で平均3.4個の頂生の雌性花序が着生していたが、BAP枝注入処理をした場合、9月8日および13日の処理で側生、頂生合わせて約21個、9月2日および9月18日の処理で約15個の雌性花序の着生が観察された。また、クロマツと同様に8月のBAP処理で側生の雌性花序着生数が抑制されたほか、9月26日処理でもBAP処理の効果が小さかった。9月下旬の時点ではアカマツの側生花序は大多数が雄性への分化が終了していることを示すと



写真4 雌性花序の着生状況3(アカマツ)

考えられるので、アカマツの場合クロマツより約1週間程度早期にBAP処理を実施する必要があると思われた。アカマツの雌性花序着生状況を写真4に示す。

3.3 花序着生形態別の当年枝束比率の推移

図4に花序着生形態別の当年枝束比率の推移を示す。クロマツの場合、無処理の対照区では花序の着生が見られない当年枝束が約35%、雄性花序のみが着生していた当年枝束が約64%であったが、雌性花序が着生した当年枝束は約1.3%であった。一方、8月のBAP処理では花

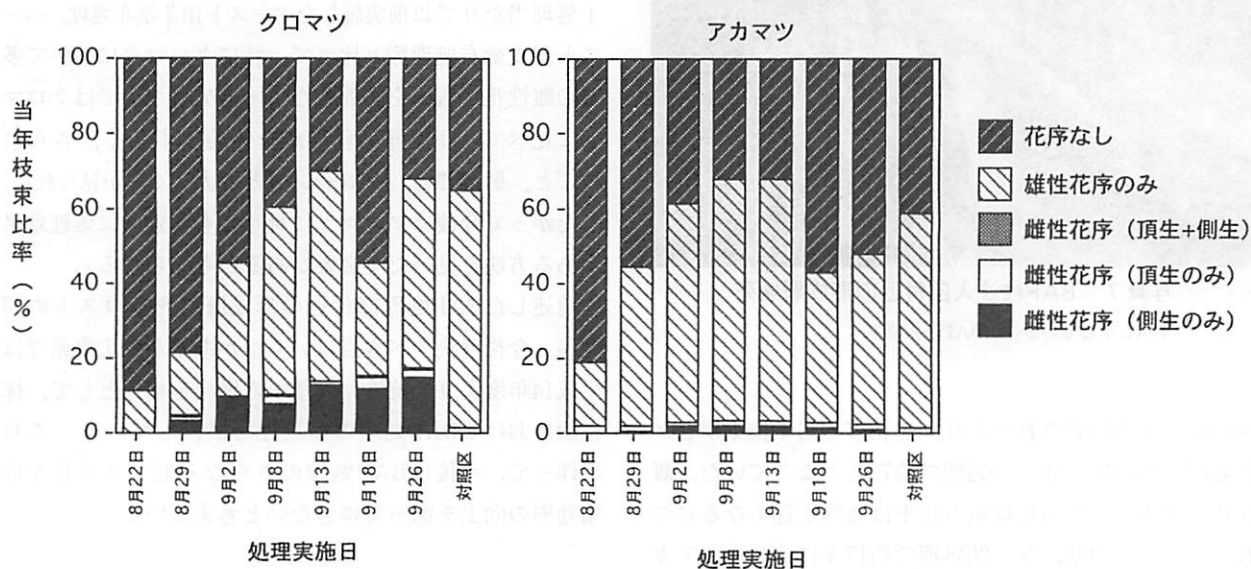


図4 花序着生形態別の当年枝束比率の推移

の処理でも約3.6%であった。

3.4 ワカマツ、馬尾松に対する効果

予備的な試験として採種園で実施したのと同様の処理を広島県立林業技術センター内に植栽してあるワカマツ(和華松, *P. thunbergii* × *P. massoniana*), 馬尾松(*P. massoniana*) に対して実施した。その結果, クロマツ, アカマツと同様に9月上旬のBAP枝注入処理で多数の側生の雌性花序が誘導された(写真5, 6)。特にワカマツにおいては1処理枝当たり800個以上の雌性花序着生が観察された。このことから, BAP処理による雌性花序の着生誘導効果はクロマツ, アカマツに限らず, マツ属樹種一般に適用できるのではないかと考えられる。

3.5 処理部付近の形成層壊死

BAP枝注入処理実施後に処理部付近の枝に形成層の壊死が観察された(写真7)。これは高エタノール濃度, 強アルカリ性の液が枝内に入ったことによって生じたと考えられる。これを解決するために平成13年秋期のBAP処理では, エタノール濃度を下げ(50%以下), 処理量を減らし(5ml), その代わりBAP濃度を上げた(50g/l) 注入処理を実施し, 形成層壊死の量を減らしつつBAP処理の効果を維持することが可能な方法を試みている。

4. おわりに

基材にエタノールを使ったBAP溶液の枝注入処理は, 1処理当たりで以前実施したペースト頂芽塗布処理, ペースト剥皮塗布処理等と比べて, 特にクロマツにおいて多くの雌性花序着生を誘導した。一方アカマツではクロマツに比べてBAP処理の効果が全体的に小さく, さらに枝ごと, 個体ごと, クローンごとで大きく差が見られた。したがって今後はアカマツに対しても安定的に処理効果がある方法を見いだす必要があると考えられる。

前述したBAP処理部付近の形成層壊死やコストの問題等, 今後解決すべき点はいくつかあるが, 広島県では平成14年度より抵抗性マツ種子の増産を目標として, 採種園におけるBAP処理の事業化を計画している。これに伴って, 今後はBAP処理のさらなる低コスト化や作業効率の向上を図ってゆきたいと考えている。



写真5 雌性花序着生状況4 (馬尾松)



写真6 雌性花序着生状況5 (ワカマツ)



写真7 BAP枝注入部付近の形成層壊死

*指し示しているのがBAP注入位置

序の着生率が抑制されており, 無花序の当年枝束が8/22処理で約88%, 8/29処理で約79%となっていた。雌性花序が着生した当年枝束の比率は処理が遅くなるにつれて増加しており, 9/26処理で約17%に達した。アカマツでもほぼ同様の傾向を示したが, 全体として雌性花序が着生した当年枝束比率が低く, もっとも高い9/8

5. 摘 要

- ・BAP枝注入処理 (BAP濃度10 g / ℓ, エタノール混合) は従来のペースト塗布処理等に比べて, 雌性花序の着生効率が極めて高かった。
- ・採種園におけるBAP枝注入処理の最適時期はクロマツ, アカマツとも9月13日であった。
- ・最適条件下で, クロマツでは1処理枝当たり平均171個, アカマツでは平均21個の雌性花序が得られた。

引用文献

- 1) 広島県農林水産部 (2000) 林務関係行政資料, 広島県農林水産部, 164pp.
- 2) 広島県林技セ平成9年度業務報告 (1998) 広島県立林業技術センター, 44pp.
- 3) 広島県林技セ平成10年度業務報告 (1999) 広島県立林業技術センター, 48pp.
- 4) 広島県林技セ平成11年度業務報告 (2000) 広島県立林業技術センター, 54pp.
- 5) 広島県林技セ平成12年度業務報告 (2001) 広島県立林業技術センター, 53pp.
- 6) Wakushima S., Yoshioka H. and Sakurai N. (1996) Lateral female strobili production in a Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) clone by exogenous cytokinin application. J. For. Res. 1:143-148.
- 7) Wakushima S., Yoshioka H. and Sakurai N. (1997) Promotion of lateral female strobili production in *Pinus densiflora* by cytokinin application at a specific stage. J. For. Res. 2:51-57.
- 8) 涌嶋 智・吉岡 寿 (1997) アカマツクローンへのBAP処理による雌性花序の着生IV, -ビニール袋被覆による実用手法の試み-, 林木の育種「特別号」, 1~4.
- 9) 涌嶋 智・吉岡 寿 (1998) マツノザイセンチュウ抵抗性マツの種子大量生産技術の開発, -ホルモン剤の処理方法と着花促進効果-, 広島県林技セ研報30, 1~12.
- 10) 涌嶋 智 (1999) 野外採種園における頂芽へのBAPペースト処理によるアカマツ, クロマツの雌性花序誘導, 広島県林技セ研報31, 1~8.
- 11) 橋詰隼人 (1985) マツ科樹種の着花促進に対するジベレリンの効果, 鳥大農研報37, 80~87.
- 12) Ross S. D. and Greenwood M. S. (1979) Promotion of flowering in the *Pinaceae* by gibberellins. Physiol. Plant. 45:207-210.
- 13) Luukkanen O. and Johansson S. (1980) Effect of exogenous gibberellins on flowering in *Pinus sylvestris* grafts. Physiol. Plant. 50:365-370.
- 14) Wheeler N. C., Wample R. L. and Pharis R. P. (1980) Promotion of flowering in the *Pinaceae* by gibberellins. IV. Seedlings and sexually mature grafts of lodgepole pine. Physiol. Plant. 50:340-346.
- 15) Greenwood M. S. (1982) Rate, timing, and mode of gibberellin application for female strobilus production by grafted loblolly pine. Can. J. For. Res. 12: 998-1002.
- 16) Hare R. C. (1984) Application method and timing of gibberellin A4/7 treatment for increasing pollen cone bud production in southern pines. Can. J. For. Res. 14:128-131.
- 17) Sheng C. and Wang S. (1990) Effect of applied growth regulators and cultural treatments on flowering and shoot growth of *Pinus tabulaeformis*. Can. J. For. Res. 20:679-685.
- 18) Longman K. A. (1982) Effects of gibberellin, clone and environment on cone initiation, shoot growth and branching in *Pinus Contorta*. Ann. Bot. 50:247-257
- 19) Chalupka W. (1987) Stimulation of flowering in Scots pine (*Pinus sylvestris*) grafts by gibberellin injection. For. Ecol. Management 19:177-181.

Promotion of female flowering in Japanese black pine and red pine by BAP application in seed orchard: injection of BAP with ethanol to branch

WAKUSHIMA, Satoru

Summary

BAP (6-benzylaminopurine), a plant growth regulator belongs to cytokinins, was applied at a specific stage of floral differentiation of Japanese black pine (*P. thunbergii* Parl.) and Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) for promotion of female flowering and seed production in Shobara seed orchard (lat. 34° 65'N, long. 133° 04'E, 330-360m above sea level), Hiroshima, Japan. One hundred forty-four branches (ϕ : 3 to 10 cm) on 52 graft trees of black pine and 183 branches on 79 graft trees of red pine were randomly selected at the lower crown under 2 m of the graft trees that aged 11 years and ranged from 4 to 5 m height. Control branches without any hormonal applications were also selected at the same areas of lower crown of the trees. White powder of BAP was dissolved in 1N KOH (10 ml / 1 g) and added 99.5% ethanol to make a solution that adjusted a concentration of BAP at 10,000 mg/l. A 20 ml volume of BAP solution was injected into the base of a selected branch at a drilled hole (ϕ 3.8 mm, depth: 5 cm) using an injector that made with the combination of 3 pipette tips (capacity: 200 μ l), plastic syringe (capacity: 20 ml), vinyl tube (outer ϕ : 5 mm, inner ϕ : 3 mm, length: 40 cm) and caulking gun. The date of application was August 22, 29, September 2, 8, 13, 18 and 26 in 2000. Next May in 2001, many lateral clustered female strobili (converted from male strobili) and a little number of normal apical female strobili were observed at new elongated shoots on the branches. In total, 12,931 and 2,329 female strobili were developed at the new shoots of black pine and red pine, respectively. Optimum date for the injection was September 13 in the both pine species, and the average number of the female strobili per single branch was 171 in black pine and 21 in red pine on the date while the average number of female strobili in the control branch was 3.0 and 3.4. These results indicated that the injection method of BAP solution to branch in mid September was extremely useful for the promotion of female flowering in the two pine species at a practical level in the seed orchard.

[Key words]

BAP (6-benzylaminopurine), promotion of flowering, sex conversion, female strobili, seed orchard, Japanese black pine, Japanese red pine